

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-250988

(43)Date of publication of application : 07.09.1992

(51)Int.Cl.

B25J 5/00
B25J 19/00
B62D 57/032

(21)Application number : 03-000828 (71)Applicant : TOKIMEC INC

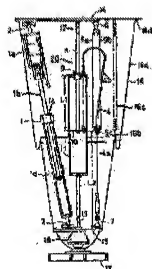
(22)Date of filing : 09.01.1991 (72)Inventor : HIROSE SHIGEO
HONMA KAZUYA
MATSUZAWA SHIGEMI
KONO TAKAMIKI
HAYAKAWA SHINICHI

(54) LEG MECHANISM FOR WALKING ROBOT

(57)Abstract:

PURPOSE: To reduce the projecting quantity of the leg of a robot outside the body to be movable even in a narrow passage by arranging three direct acting type actuators inclinedly and in parallel between two plates through universal joints.

CONSTITUTION: The actuator of a leg is formed out of a direct acting type actuator 1, and the three actuators 1 are arranged in parallel to constitute a parallel link mechanism. This leg mechanism is mounted on the lower side of a robot body, the projecting quantity of the leg outside the robot body is restrained minimum, and an operation range obstructed with the leg is restrained minimum, for example in case of loading an operation tool on the robot body.



(2)

特開平4-250988

【特許請求の範囲】

【請求項1】 上下下に配置された2枚の板と、該2枚の板の間にユニバーサルジョイントを介し傾斜して並列に配置された3本の直動型アクチュエータと、2枚の板の中心間にユニバーサルジョイントを介して取り付けられた脚機構のねじれを防止するねじれ防止機構と、3本以上の外皮チューブ付きワイヤを用いた2枚の板を常に平行に保つ平行保持機構とからなることを特徴とする歩行ロボットの脚機構。

【請求項2】 請求項1記載の歩行ロボットの脚機構に於いて、前記直動型アクチュエータは、モータにより回転駆動されるネジシャフトにナットを組合せ、ナット側を伸縮することを特徴とする歩行ロボットの脚機構。

【請求項3】 請求項1記載の歩行ロボットの脚機構に於いて、前記ねじれ防止機構は、一方の板にユニバーサルジョイントを介して連結したスプライン軸と、他方の板にユニバーサルジョイントを介して連結され前記スプライン軸を挿入したスプラインナットとを備えたことを特徴とする歩行ロボットの脚機構。

【請求項4】 請求項3記載の歩行ロボットの脚機構に於いて、前記平行保持機構は、一方の板を上板、他方の板を下板とした場合、前記外皮チューブの一端を上板に支持されたブラグ部材に固着すると共に外皮チューブの他端を前記ねじれ防止機構の下板側に連結されたスプラインナットに固着し、前記ブラグ部材から取り出されたワイヤの先端を下板に連結するとともに、前記スプラインナットから取り出されたワイヤの先端を前記ねじれ防止機構の上板側に支持されたスプライン軸の先端に連結したことを特徴とする歩行ロボットの脚機構。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、4本の脚で移動する歩行ロボットの脚機構に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、歩行ロボットの脚機構としては、例えば図6(a)に示すようなものがある。図6(a)は昆虫型と呼ばれる歩行ロボットであり、また図6(b)は哺乳動物型と呼ばれる歩行ロボットであり、ロボット胴体100から4本の脚200を出しており、脚200は関節部300を備えた脚機構が用いられる。

【0003】 即ち、脚200の付け根に、水平面内の回転及び垂直面内の回転を行う2つの回転モータを装備し、関節部300の部分にも垂直面内の回転を行う回転モータを装備している。この脚に設けられた3つのモータ制御により、脚先を空間内の任意の位置に位置決めして歩行動作を行うことができる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、このような従来の歩行ロボットの脚機構にあっては、脚機構の関節部300の部分がロボット胴体100の外側に位置

するため、胴体の大きさよりほかに広い通路でないと移動できない。さらに、人の脚に相当する作業ツールをロボット胴体100に取り付けてロボットに作業をさせようとした場合には、脚200がその作業を邪魔するという問題点があった。

【0005】

【課題を解決するための手段】 本発明は、このような従来の問題点に着目してなされたもので、脚がロボット胴体の外側に出る量を最小限に抑えて狭い場所でのロボット移動やロボット胴体に搭載した作業ツールを妨げないようにした歩行ロボットの脚機構を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】 この目的を達成するため本発明の歩行ロボットの脚機構を次のように構成する。尚、対応する実施例図面中の符号を括弧内に示す。即ち、本発明の歩行ロボットの脚機構は、上下に配置された2枚の板(14、15)と、2枚の板(14、15)間にはユニバーサルジョイント(2、3)を介し傾斜して並列に配置された3本の直動型アクチュエータ(1)と、2枚の板(14、15)の中心間にはユニバーサルジョイント(12、13)を介して取り付けられた脚機構のねじれを防止するねじれ防止機構(8、9、11)と、3本以上の外皮チューブ付きワイヤ(4)を用いて2枚の板(14、15)を常に平行に保つ平行保持機構(5a、5b、5c、6、7、10)とからなることを特徴とする。

【0007】 ここで直動型アクチュエータ(1)は、モータ(1a)により回転駆動されるネジシャフト(1b)にナット(1c)を組合せ、ナット(1c、1d)側を伸縮する。また、ねじれ防止機構は、一方の板(14)にユニバーサルジョイント(12)を介して連結したスプライン軸(8)と、他方の板(15)にユニバーサルジョイント(13)を介して連結されスプライン軸(8)を挿入したスプラインナット(9)とを備える。

【0008】 更に、平行保持機構は、一方の板(14)を上板、他方の板(15)を下板とした場合、外皮チューブ(4b)の一端を上板(14)に支持されたブラグ部材(5c)に固着すると共に外皮チューブ(4a)の他端をねじれ防止機構の下板側に連結されたスプラインナット(9)に固着し、ブラグ部材(5c)から取り出されたワイヤ(4a)の先端を下板(15)に連結すると共に、スプラインナット(9)から取り出されたワイヤ(4a)の先端をねじれ防止機構の上板(14)側に支持されたスプライン軸(8)の先端(10)に連結する。

【0009】

【作用】 このような構成を備えた本発明の歩行ロボットの脚機構によれば、両のアクチュエータを直動型アクチュエータとし、このアクチュエータを3本並列に配置し

(3)

特開平4-250988

3

てバレルリンク機構を構成し、この脚機構をロボット胴体の下側に装着することによってロボット胴体の外側に出る脚の量を最小限に抑え、例えばロボット胴体に作業ツールを搭載した場合の脚による妨げられる作業範囲を最小限に抑えることができる。

【0010】

【実施例】図1は本発明の脚機構の一実施例をカバーを取外した状態で示した実施例側面図である。図1において、14はロボット胴体の下に装着される円形のベースプレートであり、脚の付け根となる上板を構成する。15は円形の脚先プレートであり、リング状の靴17を装着し、下板を構成する。ベースプレート14と脚先プレート15の間には、3本の直動型アクチュエータ1がユニバーサルジョイントを介し傾斜して並列に配置される。またベースプレート14と脚先プレート15の中心間には、ユニバーサルジョイントを介して装着された脚機構のねじれを防止するねじれ防止機構20が装着される。更に、ねじれ防止機構20の両側の3ヶ所には、後の説明で明らかにするように外皮チューブ付きワイヤを使用した平行保持機構が設けられ、ベースプレート14と脚先プレート15の平行状態を保持する。

【0011】図2は図1の脚機構の経路を示した断面説明図であり、1つの直動型アクチュエータに対したねじれ防止機構及び平行保持機構と共に示している。図2において、胴体側のベースプレート14と脚先プレート15は直動型アクチュエータ1を介して連結され、脚先プレート15には靴17がボールジョイント18を介して装着され、脚先プレート15に対して靴17が任意の姿勢をとれるようにしている。

【0012】直動型アクチュエータ1はユニバーサルジョイント2、3を介してベースプレート14と脚先プレート15の間に傾斜して取り付けられている。ユニバーサルジョイント2、3は、直動型アクチュエータ1の軸回りの回転だけを固定し、他の2軸回りの回転、即ち直動型アクチュエータ1の傾斜に対しては拘束しない構造となっている。

【0013】直動型アクチュエータ1は、ロータリーエンコーダ及びブレーキ付きのサーボモータ1a、サーボモータ1aと軸継手で連結されたボールネジ1b、ボールネジ1bに噛み合うボールナット1c、ボールナット1cと一体になったパイプ1dで構成される。次にねじり防止機構20を説明すると、8はスプライン軸であり、ユニバーサルジョイント12を介してベースプレート14の中心に取り付けられている。9はスプライン軸8に挿入したスプラインナットであり、スプラインナット9には円筒11が一体に取り付けられている。円筒11の下端部はユニバーサルジョイント13を介して脚先プレート15の中心に取り付けられている。

【0014】更に平行保持機構を説明すると、4は外皮チューブ付きワイヤであり、外皮チューブ4b内にワイ

4

ヤ4aを通して、ワイヤ4aの一端は、ボールジョイント7を介して脚先プレート15に取り付けられており、ワイヤ4aの他端は円筒11の内部に位置するスプライン軸8の先端に設けたプレート10に固定されている。また、外皮チューブ4bは、一端をベースプレート14にボールジョイント6を介して連結された短い2本のロッド5a、5bを介して支持されたブラジ5cに連結され、他端がスプラインナット9と共に円筒11の上端に固定されている。

【0015】以上の構成部品は、各3組あり、それぞれ120°間隔に配置されている。更に脚機構全体は、ベースプレート14及び脚先プレート15の間に装着されたカバー16で覆われている。カバー16は布16aを使用し、布16aの中間にリング16bを取り付けており、リング16bは引張りバネ16cによりベースプレート14から吊り下げられている。このため靴が縮んでも、リング16bの上側の布16aは弛むが、リング16bの下側、即ち脚先側は布16aに弛みを起こさない。

【0016】次に上記の実施例の動作を説明する。まず直動型アクチュエータ1は、サーボモータ1aが回転すると、ボールネジ1bも回転する。このとき、ボールネジ1bに噛み合ったボールナット1cは回転できないので、パイプ1dがボールネジ1bの回転に伴って軸方向に直線移動し、直動型アクチュエータ1が伸縮する。

【0017】外皮チューブ付きワイヤ4は、外皮チューブ4bから外に出ていたワイヤ4aの長さをL1とL2とすると、ベースプレート14と脚先プレート15との間の距離が変化しても、両者の和(L1+L2)が一定に保たれる。ここで外皮チューブ付きワイヤ4は3本設けられており、3本のワイヤ4aのL1の長さが常に等しいことから、3本のワイヤ4aのL2の長さも等しくなる。その結果、ベースプレート14と脚先プレート15との間隔が3点で等しくなり、よってベースプレート14と脚先プレート15を常に平行に保持する平行保持機構が実現できる。

【0018】ベースプレート14と脚先プレート15の中心を結ぶねじれ防止機構20は、スプライン軸8とスプラインナット9との噛み合いにより、スプライン軸8回りの脚のねじれを防止する。次に本発明の脚機構の脚の移動を説明する。一般に、3次元空間での自由度は位置の3自由度と姿勢の3自由度の合計6自由度であるが、本発明の脚機構では、3組の外皮チューブ付きワイヤ4を用いた平行保持機構と、スプライン軸8を用いたねじれ防止機構20とにより、ベースプレート14に対する脚先プレート15の姿勢の3自由度は拘束されてしまいうので、自由度は位置の3自由度だけとなる。従って、3本の直動型アクチュエータ1の長さを制御することにより、ベースプレート14（脚の付け根）に対する脚先プレート15の位置を空間の任意の点に位置決めす

(4)

待機平 4-250988

5

6

ることができ、

【0019】尚、脚先プレート15の姿勢が地面の凹凸に随分無常に変化するが、靴17が任意の姿勢をとれるので、地面の凹凸に合った姿勢になり、安定した歩行動作が行える。図3は本発明の脚機構*

*の駆動系統を示したもので、3本の直動型アクチュエータ1の長さや脚先プレート15の位置との関係式は、図3に示す記号を用いると、

【0020】

【数1】

$$11 = \sqrt{(x-d)^2 + y^2 + z^2} \quad (1)$$

$$12 = \sqrt{\left(x + \frac{d}{2}\right)^2 + \left(y - \frac{\sqrt{3}}{2}d\right)^2 + z^2} \quad (2)$$

$$13 = \sqrt{\left(x + \frac{d}{2}\right)^2 + \left(y + \frac{\sqrt{3}}{2}d\right)^2 + z^2} \quad (3)$$

但し、 $d=R-r$

【0021】と表すことができる。従って、脚先プレート15を3次元座標(x, y, z)の任意の点Pに位置決めたい場合には、3本の直動型アクチュエータの長さが前記(1)(2)(3)式で計算した11, 12, 13になるようにサーボモータ1aを制御すれば良い。このように、本発明の歩行ロボットの脚機構は、ロボット胴体と脚先を結ぶ3本のアクチュエータが伸縮しながら歩行を行うので、従来の脚機構のように脚先よりも外側に足関節の部分をまたぎ、ロボット胴体の外側に出る足の量を最小限に抑えることができる。

【0022】この点を図4について説明すると、同じ位置に脚先400がある時に、図(a)の従来例では付け根より上方に脚200の膝関節300が位置し、図4(b)の従来例では、脚先400より外側に膝関節300が位置する。従って、作業ソールの邪魔をしたり、狭い通路を移動する時の邪魔になる。それに対して本発明では、図4(c)のように、脚先400と付け根を直線で結んでおり、ロボット胴体100に搭載した作業ソールによる作業を妨げず、また狭い通路であってもロボット胴体が通れれば容易に移動することができる。

【0023】更に、3本の直動型アクチュエータ1が並列に略垂直方向に配置されているので、重力方向の荷重を3本の脚で受けることになり、小さな出力の直動型アクチュエータ1で大きな荷重を支えることができる。図5は本発明の脚機構を用いた作業ロボットの一実施例を示したもので、建築現場等のコンクリート均し作業を行うロボットを例にとっている。

【0024】図5において、ロボット胴体100の下には本発明の脚機構を用いた脚200が4本装着される。ロボット胴体100の上にはフレーム501が回転自在に設置され、フレーム501の先端に昇降機構503で支持された垂直アーム502が取り付けられ、垂直アーム502の下端にて500を装着している。垂直アーム502の上には高さセンサ504が取り付けられ、基準高

さを与えるレーザ光を受光して500の高さを制御する。フレーム501の後側には重量バランスをとるためにロボット動力源となるバッテリー505が搭載されている。またロボットの運転状態を示す表示灯506も設けられる。

【0025】尚、上記の実施例では、直動型アクチュエータ1をサーボモータ1aとボールネジ機構で構成したが、油圧シリンダや空圧シリンダで構成しても、同じ効果を得られる。また、上記の実施例では、足のねじり防止機構200にスプライン軸を使用したのが、軸回りの回転を防止し、軸方向の伸縮が自由にできるものならば何でもよく、例えば、スプライン軸とナットの代わりに角棒とコの字形のガイドとの組み合わせや、市販のリニヤガイドを使用しても良い。更に上記の実施例では、平行保持機構を3本の外反付ワイヤで生じたが、これは3本以上であれば何本使用しても良い。

【0026】

【発明の効果】以上説明してきたように本発明によれば、以下に列挙する効果が得られる。第1に、脚がロボット胴体の外側に突出する量が少なく、狭い通路でも移動することができる。第2に、脚がロボット胴体の外側に出る量が少なく、作業ソールの邪魔にならない。第3に、重力方向の力が強いので、同じ重量の胴体、作業ソールを従来例より小さい脚で保持できる。第4に、防水、防塵のためのカバーが単純な構造のカバーで構成できる。第5に、脚先の位置を決めれば前記(1)(2)(3)式で示したような簡単な式でアクチュエータの長さを決定することができるので、制御が簡単になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による歩行ロボットの脚機構の一実施例を示した実施例構成図

【図2】本発明による脚機構を詳細に示した断面説明図

【図3】本発明による脚機構の脚先の動きを示す3次元モデル図

(5)

特開平4-250988

7

8

【図4】本発明による脚機構と従来例の脚機構との比較説明図

【図5】本発明の脚機構を用いた作業ロボットの一例を示した説明図

【図6】従来の脚機構を示した説明図

【符号の説明】

1 : 直動型アクチュエータ

1 a : サーボモータ

1 b : ボールネジ

1 c : ボールナット

1 d : チューブ

2, 3, 12, 13 : ユニバーサルジョイント

4 : 外皮チューブ付きワイヤ

4 a : ワイヤ

4 b : 外皮チャープ

5 a, 5 b : ロッド

5 c : プラグ

6, 7, 18 : ボールジョイント

8 : スプライン軸

9 : スプラインナット

10 : プレート

11 : 円筒体

14 : ベースプレート (上板)

15 : 脚先プレート (下板)

16 : カバー

16 a : 布

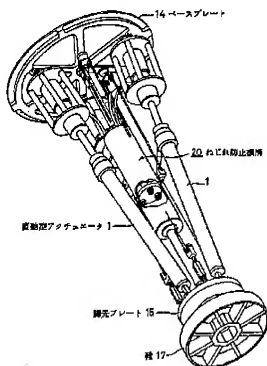
16 b : リング

16 c : 引張りスプリング

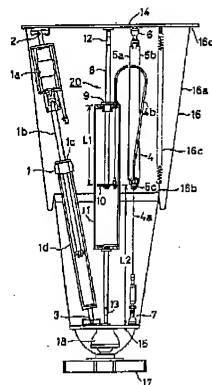
17 : 靴

20 : ねじれ防止機構

【図1】



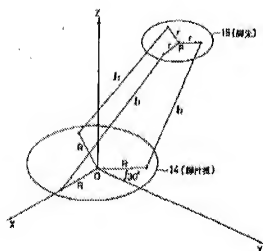
【図2】



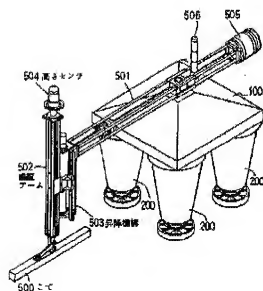
(6)

特開平4-250088

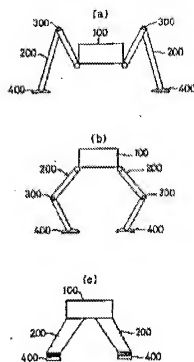
【図3】



【図6】



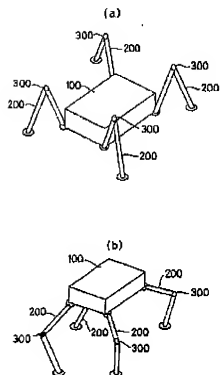
【図4】



(7)

特開平4-250988

(図6)



フロントページの図

(72)発明者 河野高樹
東京都大田区南蒲田2丁目16番46号 株式
会社トキメツク内

(72)発明者 早川雄一
東京都大田区南蒲田2丁目16番46号 株式
会社トキメツク内